

**PENGENDALIAN PERSEDIAAN MENGGUNAKAN
SIMULASI BERBASIS SPREADSHEET
(Studi Kasus: Jaringan Toko Sepatu Olahraga)**

Syaeful Arief, Taufiq Aji

Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Jl. Marsda Adisucipto No.1, Yogyakarta, 55281,
Telp. (0274) 519739
email: syaeful.arief87@gmail.com, ajiq15@yahoo.com

Abstract

A sports shoe store retail business whose sales are closely related to the ongoing trend when it. On the other hand, intense market competition and meet the market's appetite to add complexity and uncertainty that led to inventory planning are probabilistic. Demand variability, lead time is uncertain, and suppliers who require the purchase of serially into the challenges faced by retail sports shoes. To make decisions in situations such supplies can be used simulation approach. This study presents a spreadsheet-based simulation approach to resolve montecarlo inventory decisions. Spreadsheet application aids chosen because commonly used in a variety of companies. Simulation model was built by using Visual Basic for Application to perform computational mode. Simulation aims to (1) determine the time and the number of reservations that a minimum total inventory cost, (2) to decrease inventory costs against corporation existing condition. Computational results are executed to achieve steady state is able to provide a reduction in total inventory costs significantly.

Keywords: *inventory, probabilistic, monte carlo simulations, spreadsheets*

A. PENDAHULUAN

Persediaan adalah sumber daya menganggur (*idle resources*) yang menunggu proses lebih lanjut (Arman dan Yudha, 2008). Dengan adanya ketidakpastian jumlah permintaan dan *lead time* maka persediaan akan susah untuk diprediksi, hal itu menuntut perusahaan untuk melakukan pengendalian persediaan dengan baik. Hal itu dapat dilakukan dengan cara menentukan waktu dan kuantitas pemesanan yang efektif agar biaya yang dikeluarkan dapat diminimalisir. Adapun salah satu cara untuk melakukan hal tersebut adalah dengan melakukan perancangan simulasi.

Dalam pembuatan simulasi, ada beberapa alat bantu berupa *software* yang bisa digunakan, semisal Powersim, *Spreadsheet* (Ms. Excel), Arena, Automod, dll. Saat ini dalam dunia usaha, diperlukan suatu alat bantu yang familiar (sering dan mudah digunakan oleh semua orang), mudah ditemui dan murah. *Spreadsheets are ubiquitous, almost everybody has one and files written by one spreadsheet can usually be imported by others* (Seila, 2002). Dengan melihat pernyataan tersebut, dapat diketahui bahwa *Spreadsheets* merupakan alat bantu yang sangat familiar bagi manajemen

sehingga dapat disimpulkan bahwa metode Simulasi Monte Carlo cocok untuk melakukan pengendalian persediaan.

B. PERSEDIAAN

Ada beberapa definisi persediaan dari beberapa sumber diantaranya adalah sumber daya menganggur (*idle resources*) yang menunggu proses lebih lanjut (Arman dan Yudha, 2008). Persediaan adalah segala macam barang yang menjadi objek pokok aktivitas perusahaan yang tersedia untuk diolah dalam proses produksi atau dijual, pada perusahaan dagang tertentu saja barang-barang yang menjadi objek pokoknya adalah barang-barang yang diadakan untuk dijual kembali (Syakur, 2009). Sedangkan menurut Machmud (1993), secara umum persediaan mengandung dua pengertian yaitu barang dagang yang dijual untuk dijual dalam proses normal perusahaan; dan bahan yang disediakan dan digunakan dalam proses produksi atau yang disimpan untuk untuk tujuan tersebut.

Persediaan (*inventory*) memiliki arti sangat penting dalam operasi bisnis suatu perusahaan untuk memenuhi kebutuhan produksi dan memberikan kepuasan pada kebutuhan organisasi (perusahaan). Pengelolaan persediaan membutuhkan biaya yang dapat dikategorikan sebagai berikut:

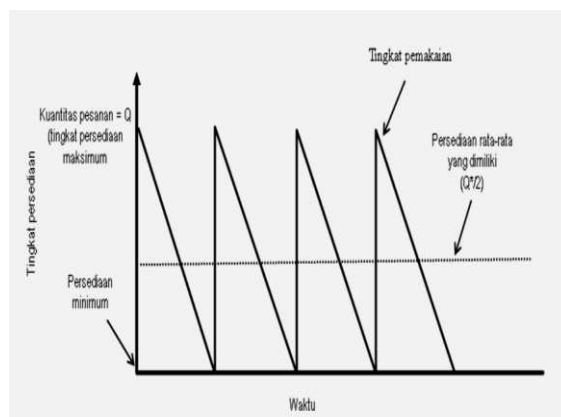
1. Biaya Pemesanan (*order cost*)
2. Biaya Penyimpanan (*carrying cost*)
3. Biaya kekurangan atau *stock out cost*
4. Biaya yang dikaitkan dengan kapasitas
5. Biaya barang atau bahan

Ada beberapa metode untuk mengendalikan persediaan, semuanya didesain untuk memastikan suatu sistem yang efisien untuk memutuskan *what, when and how much to order* (Heizer dan Render, 2005):

1. *Minimum stock level*, menentukan suatu angka minimum persediaan, dan melakukan pemesanan kembali ketika persediaan telah menyentuh angka minimum yang disebut *reorder point*.
2. *Stock review*, mempunyai jadwal teratur untuk memantau persediaan untuk mengisi kembali persediaan ke batas yang telah ditentukan.

3. *Just In Time (JIT)*, bertujuan mengurangi biaya dengan meminimumkan persediaan. Barang dikirim ketika saat mendekati pemakaian, sehingga diperlukan kepastian pemasok untuk melaksanakan kewajiban pengiriman barang.
4. *Reorder lead time*, menyediakan untuk tenggang waktu antara pemesanan dan penerimaan.
5. *Economic Order Quantity (EOQ)*, sebuah formula baku yang digunakan untuk menciptakan suatu keseimbangan penyimpanan persediaan.
6. *Batch control*, mengelola produksi barang dan memastikan komponen-komponen yang dibutuhkan untuk sejumlah produksi berikutnya dalam jumlah yang tepat.

Grafik pemakaian persediaan dari waktu ke waktu memiliki bentuk seperti gigi gergaji seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Penggunaan persediaan dari waktu ke waktu. (Heizer dan Render, 2005)

Salah satu keputusan yang harus diambil dalam manajemen persediaan adalah ukuran pesanan. Penentuan kapan suatu material dipesan, harus ditentukan pemesanan kembali (*re-order point*). *Re-order point* merupakan saat dimana pemesanan kembali harus dilakukan agar barang yang dipesan datang tepat pada saat dibutuhkan. Hal ini berarti perusahaan harus mengamati secara terus menerus tingkat persediaannya sampai *re-order point* tercapai dan tingkat kebutuhan selama *lead time*. Untuk rumusan dari *minimal stock* adalah sebagai berikut:

$$\text{Min. Stock} = S.S. \dots\dots\dots (2.1)$$

$$S.S. = S.F \times S_d \dots\dots\dots (2.2)$$

$$S_d = \sqrt{d^2 \times SI^2 + I \times Sd^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$ROP = (d \times I) + S.S. \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan SI dan Sd adalah *standar deviasi lead time* dan standar deviasi permintaan per periode. Dengan menggunakan patokan rumus tersebut maka bisa dilihat empat kondisi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2 (Pujawan, 2005).

Variabel permintaan	$S_d I = S_d \times \sqrt{I}$ Safety stock ditentukan oleh ketidakpastian permintaan	$S_d I = \sqrt{(d^2 \times SI^2 + I \times Sd^2)}$ Safety stock ditentukan oleh interaksi dua ketidakpastian
	$S_d I = 0$ Tidak diperlukan safety stock	$S_d I = d \times SI$ Safety stock ditentukan oleh ketidakpastian lead time
konstant		Lead time
		Variabel

Keterangan:

Gambar 2. Interaksi antara permintaan dan *lead time* pada penentuan *safety stock*.

I : Rata-rata periode *lead time*

d: Rata-rata permintaan per periode

SI: *Standard deviation lead time*

Sd: *Standard deviation* permintaan per periode

SdI: *Standard deviation* permintaan dan lead time

S.S : *Safety stock*

ROP : *Re-order point*

Setelah diketahui titik pemesanan kembali, langkah berikutnya adalah menentukan berapa jumlah yang harus dipesan.

$$Q = C(P+T+R) - (S+O) \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Q = *Quality order*

C = Permintaan / pemakaian rata –rata dalam 12 bulan terakhir

P = *Periodic review*

T = Rata –rata *Lead time*

R = *Safety stock*

S = *Stock on hand*

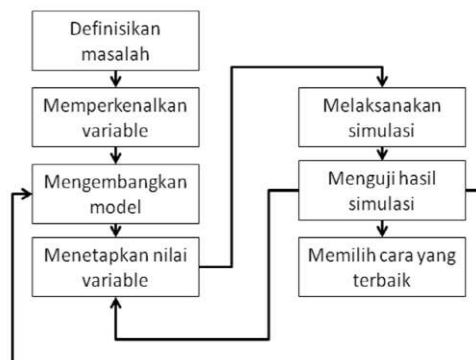
O = *On order*

C. SIMULASI MONTECARLO

Simulasi merupakan sebuah usaha untuk menyalin fitur, tampilan dan karakteristik sebuah sistem nyata yang kemudian akan digunakan untuk memperkirakan efek dari berbagai tindakan. Gagasan dari simulasi ini adalah (Heizer dan Render, 2005) :

1. Untuk meniru sebuah situasi dalam dunia nyata secara matematis,
2. Kemudian untuk mempelajari karakteristik operasi tersebut, dan
3. Akhirnya untuk menarik kesimpulan dan mengambil keputusan tindakan berdasarkan kepada hasil simulasi.

Untuk menggunakan simulasi dapat dilihat proses simulasi pada Gambar 2.3.



Gambar 3 Proses simulasi
Sumber : (Heizer dan Render, 2005)

Salah satu model simulasi yang paling populer digunakan pada pengendalian persediaan adalah Simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo merupakan bentuk simulasi dimana solusi dari suatu masalah diberikan berdasarkan proses randomisasi (acak). Dalam proses acak ini melibatkan suatu

distribusi probabilitas dari variable-variabel data yang dikumpulkan berdasarkan data masa lalu maupun distribusi probabilitas teoritis. Bilangan acak digunakan untuk menjelaskan kejadian acak setiap waktu dari variabel acak dan secara berurutan mengikuti perubahan-perubahan yang terjadi dalam proses simulasi (Tersine, 1994).

Simulasi Monte Carlo adalah jenis simulasi probabilistik yang mendekati solusi masalah dengan *sampling* dari sebuah proses acak, meliputi penentuan distribusi probabilitas dari variabel yang diteliti dan kemudian sampel acak dari distribusi untuk mendapatkan data. Serangkaian angka acak digunakan untuk menjelaskan pergerakan setiap variabel acak dari waktu ke waktu dan memungkinkan urutan buatan tetapi realistis peristiwa yang terjadi (Tersine, 1994).

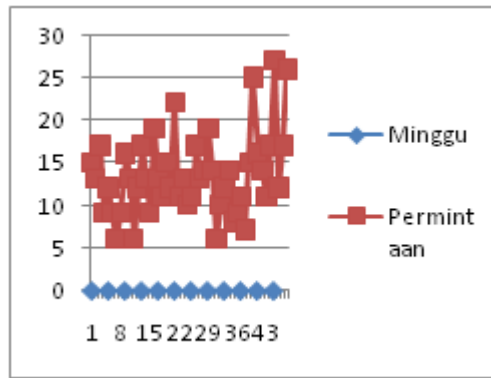
Teknik simulasi Monte Carlo terbagi atas lima langkah sederhana :

1. Menetapkan sebuah distribusi probabilitas bagi variabel penting.
2. Membuat distribusi probabilitas kumulatif bagi setiap variabel.
3. Menetapkan sebuah interval bilangan acak bagi setiap variabel.
4. Membangkitkan bilangan acak.
5. Mensimulasikan serangkaian percobaan.

D. EKSPERIMENTASI NUMERIS

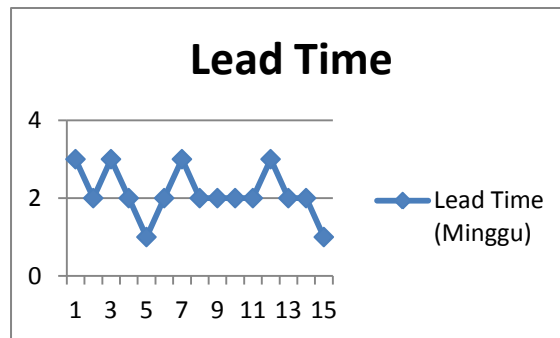
Bagian ini menjelaskan implementasi Simulasi Montecarlo menggunakan perangkat lunak *spreadsheet*. Untuk merancang simulasi Monte Carlo, dibuat terlebih dahulu distribusi probabilitas kumulatif dan menetapkan interval bilangan acak bagi setiap variable. Setelah itu dilakukan pembangkitan bilangan acak dan melakukan proses simulasi dengan serangkaian percobaan. Proses simulasi dilakukan dengan sebanyak 3600 percobaan dengan mengkombinasikan nilai ROP antara 41 sampai 60 dengan nilai Q^* antara 92 sampai 130 membutuhkan waktu sekitar 15 menit.

Berdasarkan studi dokumen diperoleh data-data persediaan jaringan toko sepatu sebagai inputan simulasi sebagai berikut:



Gambar 4. Data Penjualan Sepatu Nike Mercurial Periode Januari-Desember 2011

Sepatu diperoleh dari para pemasok dimana setiap pemesanan mempunyai *lead time* beragam diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 5. Perkembangan *Lead Time* untuk Pemesanan Tipe Nike Mercurial Tahun 2011

Tabel 1. Rancangan interval bilangan acak untuk *lead time*

Masa Tenggang	1	2	3
Frekuensi	2	9	4
Peluang Kejadian	0.13	0.60	0.27
Probabilitas Kumulatif	0.13	0.73	1.00
Interval Angka Acak	01-13	14 - 73	74 - 100

Tabel 2. Rancangan interval bilangan acak untuk permintaan

No	Permintaan	Frekuensi	Peluang Kejadia	Peluang Kumulatif	Interval Angka Acak
1	6	3	0.06	0.06	1 sampai 6
2	7	1	0.02	0.08	7 sampai 8
3	8	1	0.02	0.10	9 sampai 10
4	9	5	0.10	0.21	11 sampai 21
5	10	2	0.04	0.25	22 sampai 25
6	11	5	0.10	0.35	26 sampai 35
7	12	5	0.10	0.46	36 sampai 46
8	13	6	0.13	0.58	47 sampai 58
9	14	4	0.08	0.67	59 sampai 67
10	15	3	0.06	0.73	68 sampai 73
11	16	2	0.04	0.77	74 sampai 77
12	17	5	0.10	0.88	78 sampai 88
13	19	2	0.04	0.92	89 sampai 92
14	22	1	0.02	0.94	93 sampai 94
15	25	1	0.02	0.96	95 sampai 96
16	26	1	0.02	0.98	97 sampai 98
17	27	1	0.02	1.00	99 sampai 100
		48			

Tabel 3. Data Rata-Rata Permintaan dan *Lead Time* Hasil Simulasi

Rata-rata lead time	2.13
Rata-rata demand	13.48
Standart deviasi lead time	0.61
Standart deviasi permintaan	4.76
SDL	10.75

Tabel 4. Tabel *input* Simulasi Monte Carlo

Merk	Nike
Artikel	Mercurial
Safety stock	18
Stock out	Rp 75.900
Pesan :	Rp 10.000
Simpan/Unit/minggu :	2052
Q*	130
ROP	54
Harga	Rp 759.000
Jumlah Minggu :	3600

Simulasi dijalankan dengan menekan tombol “Hitung” sebagaimana antarmuka pada Gambar 6 di bawah. Antarmuka terdiri atas bagian input pada bagian kiri, proses pada bagian bawah, dan pada bagian bawah tombol “Hitung” adalah tabel untuk melihat hasil.

Iter	Demand	Lead Time	Order Qty	Total Cost
1	50	7	81	140.800
2	50	7	81	140.800
3	50	7	81	140.800
4	50	7	81	140.800
5	50	7	81	140.800
6	50	7	81	140.800
7	50	7	81	140.800
8	50	7	81	140.800
9	50	7	81	140.800
10	50	7	81	140.800
11	50	7	81	140.800
12	50	7	81	140.800
13	50	7	81	140.800
14	50	7	81	140.800
15	50	7	81	140.800
16	50	7	81	140.800
17	50	7	81	140.800
18	50	7	81	140.800
19	50	7	81	140.800
20	50	7	81	140.800

Gambar 6. Antarmuka simulasi Montecarlo *spreadsheet*

Pada tombol hitung disematkan kode program menggunakan VBA sebagai berikut:

```
Private Sub TombolHitung_Click()
Dim a, x, c As Double
x = 500000000000#

For i = 1 To 20
Sheet1.Cells(23, 2) = Sheet4.Cells(2, 2 + i)
For j = 1 To 20
Sheet1.Cells(22, 2) = Sheet4.Cells(2 + j, 2)
c = Sheet1.Cells(3629, 12)
If c < x Then
x = c
Sheet4.Cells(2 + j, 2 + i) = c
Sheet1.Unprotect
Sheet1.Cells(23, 7) = Sheet1.Cells(23, 2)
Sheet1.Cells(24, 7) = Sheet1.Cells(22, 2)
Sheet1.Protect
Else:
Sheet4.Cells(2 + j, 2 + i) = c
End If
Next j
Next i
Sheet1.Cells(23, 2) = Sheet1.Cells(23, 7)
Sheet1.Cells(22, 2) = Sheet1.Cells(24, 7)
End Sub
```

Hasil keluaran simulasi diberikan pada tabel di bawah tombol “Hitung” yang menghasilkan keluaran sebagaimana tabel berikut:

Tabel 5. Output Simulasi Monte Carlo

ROP	50
Q*	112
Total Biaya Minimal per tahun (48 minggu)	487.251.934

Dari proses tersebut dihasilkan total biaya minimal sebesar Rp 487.251.934,- / tahun dengan titik *reorder point* (ROP) = 50 pasang dan kuantitas pemesanan sebanyak 112 pasang. Hal itu tentunya dapat dinilai lebih efektif jika dibandingkan dengan kebijakan *existing* perusahaan yang melakukan

kebijakan pada titik ROP 47 pasang dan kuantitas pemesanan sebanyak 114 pasang dengan total biaya sebesar Rp 499.948.281,- / tahun.

E. KESIMPULAN

Penelitian ini merancang suatu simulasi Montecarlo menggunakan aplikasi *spreadsheet* untuk mengendalikan persediaan jaringan retail toko sepatu. Eksperimentasi numeris memberikan hasil total biaya persediaan minimal, perusahaan melakukan pemesanan kembali (*reorder*) pada titik atau menyisakan 50 pasang dengan jumlah pemesanan sebanyak 112 pasang. Total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk tipe Nike Mercurial sebesar Rp 487.251.934, berbanding dengan kebijakan *existing* perusahaan sebesar Rp 499.948.281,- / tahun. Dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi dapat mengurangi total biaya persediaan untuk tipe Nike Mercurial sebesar Rp 12.696.347,- / tahun atau setara dengan 2,54 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Arman. H dan Yudha. P. 2008. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Heizer and Render B. 2005. *Operation Management*. Edisi ke Tujuh, Jakarta: Salemba
- Pujawan, I., N. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Seila. A. F. 2004. *Spreadsheet Simulation*. University of Georgia Athens. Georgia Athens. U.S.A.
- Tersin, R., J. 1994. *Principles of Inventory and Material Management*, Fourth Edition, Prentice Hall, New Jersey